

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-216917

(43)Date of publication of application : 29.08.1990

(51)Int.Cl.

H03M 7/36

(21)Application number : 01-283576

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.10.1989

(72)Inventor : KATO SHIRO

(30)Priority

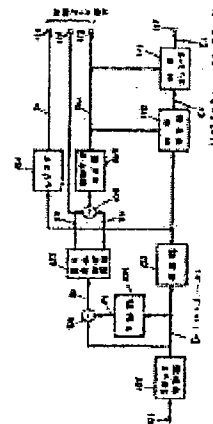
Priority number : 63286145 Priority date : 11.11.1988 Priority country : JP

(54) CODING/DECODING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a coding method capable of highly effective transmission with no irregular error in simple constitution by transmitting an additional code including the estimating error information together with a coded remainder signal.

CONSTITUTION: The maximum value SX and the minimum value SN of an estimating error being the difference between the input data on a block and its estimated value are obtained while using the block consisting of plural input data as a coding unit. When the prescribed value larger than (SX-SN) is defined as the divisor data OU, the remainder E obtained by dividing each input data of a block by the data OU is coded and transmitted together with an additional code including the estimating error information on the SX, SN and OU respectively. As a result, the reversible coding is made possible, therefore, an irregular error can be eliminated. Thus the decoding is also possible with no irregular error, and particularly the coding efficiency is further improved in a block which monotonously increases or decreases.



⑫ 公開特許公報(A) 平2-216917

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)8月29日

H 03 M 7/36

6832-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 27 (全20頁)

⑭ 発明の名称 符号化方法とその復号化方法

⑯ 特 願 平1-283576

⑰ 出 願 平1(1989)10月31日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)11月11日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-286145

㉑ 発 明 者 加 藤 士 郎 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

㉒ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

㉓ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 細 書

1、発明の名称

符号化方法とその復号化方法

2、特許請求の範囲

- (1) 複数の入力データで構成されるブロックを符号化の単位とし、ブロックにおける入力データとその予測値との差である予測誤差の最大値 SX と最小値 SN とを求め、 $(SX - SN)$ より大なる所定の値を除数データ OU とするとき、前記ブロックの各入力データを前記除数データ OU で除算して得られる剰余 E を符号化し、前記 SX 、 SN 、 OU に関する予測誤差情報を含む付加コードと前記符号化した E とをともに伝送することを特徴とする符号化方法。
- (2) 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の入力データであることを特徴とする請求項(1)記載の符号化方法。
- (3) 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の特定位置の入力データである請求項(1)記載の符号化方法。

- (4) 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の入力データの平均値であることを特徴とする請求項(1)記載の符号化方法。
- (5) 内挿予測を用いる請求項(1)記載の符号化方法。
- (6) 最も符号化効率のよい予測方法を示す予測情報を付加コードの1つとして用いる請求項(1)記載の符号化方法。
- (7) 予測誤差情報の1つとして伝送する除数データ OU が次式
- $$OU = 2^M > SX - SN \geq 2^{M-1}$$
- 但し M は整数
- を満足することを特徴とする請求項(1)記載の符号化方法。
- (8) ブロック内の特定位置の入力データを付加コードの1つとする請求項(1)記載の符号化方法。
- (9) ブロック内の入力データの平均値を付加コードの1つとする請求項(1)記載の符号化方法。
- (10) 原入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが所定数のブロック毎に所定量以下になるように原入力信号を変換した信号を入力信号とする

請求項(i)記載の符号化方法。

- 00 原入力信号の変換方法を示す変換情報を付加コードの1つとして伝送することを特徴とする請求項00記載の符号化方法。
- 02 原入力信号の変換方法が原入力信号に対し所定係数をかけることを特徴とする請求項00記載の符号化方法。
- 03 原入力信号の変換方法が原入力信号の一部を微小量増加または減少させるものであることを特徴とする請求項00記載の符号化方法。
- 04 原入力信号の変換方法が原入力信号に対し高域抑圧を行なうものであることを特徴とする請求項00記載の符号化方法。
- 05 複数の入力データで構成されるブロックを符号化の単位とし、ブロックにおける入力データとその予測値との差である予測誤差の最大値 SX と最小値 SN とを求め、 $(SX - SN)$ より大なる所定の値を除数データ OU とするとき、前記ブロックの各入力データを前記除数データ OU で除算して得られる剰余 E を符号化し、前
- 06 内挿予測を用いる請求項05記載の復号化方法。
- 08 最も符号化効率のよい予測方法を示す予測情報を付加コードの1つとして用いる請求項05記載の復号化方法。
- (21) 予測誤差情報の1つとして伝送する除数データ OU が次式

$$OU = 2^M > SX - SN \geq 2^{M-1}$$
 但し M は整数
 を満足することを特徴とする請求項05記載の復号化方法。
- (22) ブロック内の特定位置の入力データを付加コードの1つとする請求項05記載の復号化方法。
- (23) ブロック内の入力データの平均値を付加コードの1つとする請求項05記載の復号化方法。
- (24) 付加コード中の変換情報に基づいて復号データに対して符号化時と逆の変換を行なって原入力信号を再生する請求項05記載の復号化方法。
- (25) 符号化データの誤りの発生以後の符号化データの復号は、隣接ブロック内の復号データを予測の起点とし符号化時とは異なった方向より予

測 SX 、 SN 、 OU に関する予測誤差情報を含む付加コードと前記符号化した E とをともに伝送する符号化方法により符号化された信号を入力とし、伝送された前記付加コードより前記除数データ OU を得、伝送され復号済みの剰余 E に整数 N 倍の前記除数データ OU を加えて復号済みの復号データとし、前記復号データとその予測値との差の予測誤差が伝送された前記付加コードより得られる予測誤差範囲を満足するように前記整数 N を決定することを特徴とする復号化方法。

- 06 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の入力データであることを特徴とする請求項05記載の復号化方法。
- 07 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の特定位置の入力データである請求項05記載の復号化方法。
- 08 予測値が予測されるデータと同一のブロック内の入力データの平均値であることを特徴とする請求項05記載の復号化方法。
- 測して復号することを特徴とする請求項05記載の復号化方法。
- (26) 誤りの生じた付加コードは隣接ブロックの付加コードを用いて復号することを特徴とする請求項05記載の復号化方法。
- (27) 復号データを用いブロック境界をはさんで予測を行なって得られる予測誤差が、付加コードより求まる予測誤差の範囲外となる領域があれば、伝送誤り発生と判定し、隣接ブロック内の復号データを予測の起点としてこの領域を符号化時とは異なった方向より予測して復号することを特徴とする請求項05記載の復号化方法。

3、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、ディジタル伝送や記録のため、より少ないビットレート (bit rate) で映像信号、音声信号などを符号化する高効率な符号化方法とその逆変換を行う復号化方法に関するものである。

従来の技術

高効率な符号化方法としては各種方法が提案されている。その中でディファレンシャル パルスコード モジュレーション(以下DPCMと略す)方式は、情報の圧縮効率は低いものの回路構成が比較的簡単であり、再生した信号の品質が良いなどの特徴を持っている。

最近、DPCM方式に代わる新しい符号化方法としてラムムーシー(Ramamoorthy)氏らによって音声用にモジュロービーシーエム(Modulo-PCM(以下MPCMと略す))方式が下記文献〔1〕～〔3〕において提案されている。また萩原氏らによってMPCMのための新しい復号器が文献〔4〕において提案されている。(文献)

〔1〕ティエ、エリクソン アンド ヴィ、ラムムーシー、"モジュロービーシーエム：ア ニュー、ソース コーディング スキーム、" インコンフ、. イント、コンフ、アコウスト、. スピーチ、シグナル プロセッシング、アイシーエーエスエスピー'79、ワシントン、ディシー、1979、

ルス、"アイイーイーイー トランス、アコウスト、. スピーチ、シグナル プロセッシング、ボル、エーエスエスピー-33、ビービー、356-368、エービーアール、1985、

(V.Ramamoorthy,"A Novel Speech Coder for Medium and High Bit Rate Applications Using Modulo-PCM Principles,"IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. ASSP33, pp. 356-368, Apr. 1985)

〔4〕萩原、中川、"Modulo-PCMのための新しい復号器"、情報理論とその応用研究会第8回シンポジウム、(Nara, Japan, Dec., 5-7, 1985, pp517-522)

MPCM方式は、DPCM方式とほぼ同程度の回路構成であり、グラニュー雑音の存在に関してはDPCMと同じであるが、過負荷雑音は存在しないという長所を持っている。

まずMPCM方式について簡単に説明する。

MPCM方式の基本システムを第9図に示す。

MPCM符号化装置は、剰余演算器701と量

ビービー419-422、

(T.Ericson and V.Ramamoorthy,"Modulo-PCM: A new source coding scheme,"In Conf., Int. Conf. Acoust., Speech, Signal processing, ICASSP'79, Washington, DC, 1979, pp419-422.)

〔2〕ヴィ、ラムムーシー、"スピーチ コーディング ユーザリング モジュロービーシーエム ウィズ サイド インフォメーション、" インコンフ、レク、. イント、コンフ、アコウスト、. スピーチ、シグナル プロセッシング、アイシーエーエスエスピー'81、アトランタ、ジーエー、マー、1981、ビービー、832-835、

(V.Ramamoorthy,"Speech coding using Modulo-PCM with side information,"in Conf. Rec., Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, ICASSP '81, Atlanta, GA, Mar. 1981, pp. 832-835.)

〔3〕ヴィ、ラムムーシー、"ア ノーベル スピーチ コーダー フォー メディウム アンド ハイ ビット レイト アプリケーションズ ユーザリング モジュロービーシーエム プリンシプ

子化器702とから成り立っている。

ここでkサンプル目の入力信号を x_k とする。剰余演算器は、図中に示されているように振幅dののこぎり波状の入出力特性を持っている。そしてその出力((x_k))は

$$((x_k)) = x_k - d \cdot ((x_k))$$

と表すことができる。ここで $((x_k))$ は、次の式(A)を満たす任意定数である。

$$(-d/2) \leq ((x_k)) < (d/2) \quad \dots (A)$$

剰余演算器の出力((x_k))は1ビットに量子化されて伝送信号 y_k となり、復号化装置へ伝送される。

このようにMPCM符号装置では、第10図にそれぞれの波形図を示しているが、同図(a)に示すように入力音声信号を $(-d/2, d/2)$ にパッキング("packing")することにより情報圧縮を行う。これはPCM方式において、下位ビットのみを伝送するのと等価となる。

復号化装置では、第9図に示すように1次の予

測器によって、

$\hat{x}_k = \rho \cdot \hat{x}_{k-1}$ (ρ は予測係数) ……(B)とし、 $(k-1)$ サンプル点の値 \hat{x}_{k-1} から k サンプル点の値 x_k を予測する。そして \hat{x}_k の値を第11図に示すような特性で量子化し d 倍することにより伝送しなかった上位ビット成分 $d \cdot \{x_k\}$ を求め、これを伝送信号 y_k に加えて、符号化装置の入力信号を再生する。

発明が解決しようとする課題

次にMPCM方式の大きな課題である変則誤差について述べる。

入力信号の差分値 $\Delta x_k = x_k - x_{k-1}$ の絶対値が $d/2$ より大きくなると、復号器において上位ビット成分 $d \cdot \{x_k\}$ の予測が正しく行われなくなる。第12図にその場合の波形図を示す。従って復号出力信号 \hat{x}_k には、第12図(c)に示すように波形が鋭く変化する点が多く発生してしまっている。これが変則誤差と呼ばれるMPCM方式特有の誤差であり、これをいかに少なくするかがMPCM方式の課題となっている。

で、完全に変則誤差をなくするためには各入力サンプル毎に補正情報を送る必要がある。これは量子化ビット数を増加させたのと同値であり、符号化効率が低下する。量子化器の量子化ビット数が多い場合は変則誤差の発生頻度が少ないので、サイド情報を伝送するチャンネルのビットレートをサンプル毎に補正する情報を伝送する場合より低くできるが、この場合完全に変則誤差をなくすることはできない。

方法2の場合、各種パラメータを最適化することにより変則誤差の発生頻度が低くできるが、量子化器による量子化誤差の影響などもあって根本的に変則誤差を除去するものではないので変則誤差を完全になくすることはできない。

また萩原氏は、サイド情報を送ることなく、復号化装置側に新たな判定回路を設けることによって変則誤差を補正する復号化装置を提案している。しかしながら変則誤差のすべてを検出することはできないので、これも変則誤差を完全になくすることはできない。〔文献〔4〕〕。

そこでRamamoorthy氏は、変則誤差の発生をできるだけ抑える方法を2種提案しており、これを以下に示す〔文献〔2〕、〔3〕〕。

方法1：これは符号化装置内に復号化装置を設け、この復号化装置に変則誤差が発生するとこれを検出して変則誤差を補正するための情報をサイド情報として別チャンネルで伝送するものである。

方法2：予測誤差が大きいときには変則誤差の発生頻度が高いので、入力データを N サンプル毎にまとめてブロックを構成し、ブロック毎に予測誤差の絶対値の最大値 E_{max} を求め、これに応じて剰余演算器の $modulo$ の幅と量子化器の量子化ステップを制御している。実際には最大値 E_{max} を量子化し所定係数を掛けたものを $modulo$ の振幅 d_{max} とし、この d_{max} をサイド情報として復号化装置へ伝送する。

しかしながら上記2つの方法は次のような課題を有する。

方法1の場合、符号化された入力データのどのサンプルに変則誤差が発生するかは不定であるの

またMPCM方式の入力を画像信号とした場合、変則誤差を視覚上目立つ画質劣化となるため、MPCM方式の画像信号への適用は考えられていなかった。

課題を解決するための手段

本発明は、複数の入力データで構成されるブロックを符号化の単位とし、ブロックにおける入力データとその予測値との差である予測誤差の最大値 SX と最小値 SN とを求め $(SX - SN)$ より大なる所定の値を除数データ OU とすると、前記ブロックの各入力データを前記除数データ OU で除算して得られる剰余 E を符号化し、前記 SX 、 SN 、 OU に関する予測誤差情報を含む付加コードと前記符号化した E とをともに伝送することを特徴とする符号化方法である。

また本発明は上記符号化方法において原入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが所定数のブロック毎に所定量以下になるように原入力信号を変換した信号を入力信号として用いることを特徴とする符号化方法である。

また本発明は、複数の入力データで構成されるブロックを符号化の単位とし、ブロックにおける入力データとその予測値との差である予測誤差の最大値 SX と最小値 SN とを求め、 $(SX - SN)$ より大なる所定の値を除数データ OU とすると、前記ブロックの各入力データを前記除数データ OU で除算して得られる剰余 E を符号化し、前記 SX 、 SN 、 OU に関する予測誤差情報を含む付加コードと前記符号化した E とをともに伝送する符号化方法により符号化された信号を入力とし、伝送された前記付加コードより前記除数データ OU を得、伝送され復号済みの剰余 E に整数 N 倍の前記除数データ OU を加えて復号済みの復号データとし、前記復号データとその予測値との差の予測誤差が伝送された前記付加コードより得られる予測誤差範囲を満足するように前記整数 N を決定することを特徴とする復号化方法である。

また本発明は、上記復号化方法において復号データが原入力信号の変換されたものである場合、逆変換して原入力信号を得ることを特徴とする復

号化方法である。

一タのダイナミックレンジより小さいブロックがほとんどである。この差分値は前値予測を行なった場合の予測誤差であるので以下予測誤差 SI と称する。本発明は、この予測誤差 SI のダイナミックレンジが入力データのダイナミックレンジに比べて小さいブロックがほとんどであるという性質に基づき、従来に比べより高効率な符号化を行なおうとするものである。

ブロック内における前記予測誤差 SI の最大値、最小値、ダイナミックレンジを SX 、 SN 、 SDR とすると、次式

$$SDR = SX - SN \quad \dots\dots(1)$$

が成立する。次式

$$OU > SDR \quad \dots\dots(2)$$

を満足し、ダイナミックレンジ SDR により一意に定める所定の値を除数データ OU として定義する。

ブロック内の入力データ DI ($i = 1, 2, \dots, k$)を除数データ OU で除算して得られる商と剰余をそれぞれに Ni 、 Ei とすると次式

符号化方法である。

作用

本発明は、前記構成により可逆な符号化が行えるので完全に変則誤差を排除できる。また一定レートの符号化を行う場合、原入力信号に対し予測誤差のダイナミックレンジが所定量以下になるような変換を行ってから可逆な符号化を行っているため変則誤差なく復号化できる。また除数データを予測誤差のダイナミックレンジにより定めているので特に単調増加または単調減少のブロックにおいてより符号化効率を改善できる。

実施例

本発明の実施例について詳細な説明を行なう前にその原理について説明する。

標本位置の近い複数の入力データ($D1, D2, \dots, Dk$)を符号化の単位としてブロックを構成するとき、ブロック内の k 個の入力データを1つずつ取り出してその差分をとれば、信号の相関性によりその差分値は小さく、その差分値のダイナミックレンジ(最大値と最小値の差)も入力デ

$$DI = EI + OU \cdot Ni \quad \dots\dots(3)$$

$$0 \leq EI < OU$$

(但し Ni は整数)

が成立する。

式(3)を変形して次式

$$EI = DI - OU \cdot Ni \quad \dots\dots(4)$$

を得る。剰余 Ei は、入力データ DI より $OU \cdot Ni$ なるオフセットを除去したものと見なせる。

オフセットを Fi と表わすものとする。すなわちオフセット Fi は次式

$$Fi = OU \cdot Ni \quad \dots\dots(5)$$

で定義される。

予測誤差のダイナミックレンジ SDR は入力データのダイナミックレンジに比べて小さいブロックがほとんどであるので、式(2)において除数データ OU を小さく設定すれば、除数データ OU が前記入力データのダイナミックレンジに比べて小さいブロックが、ほとんどであるようにできる。従って前記剰余データ Ei から入力データ Di が復元できれば、入力データ DI の代わりに剰余デー

タE_iを符号化して伝送することによりより高効率な符号化が行える。本発明の符号化方法はこれを実現したものである。

以下、剰余データE_iより入力データD_iを求める。すなわち復号する方法について説明する。

剰余データE_iを入力データD_iに戻すためにはオフセット値F_i=O_U・N_iを再生する事が必要である。入力データD_iに対する予測値をP_iとすれば、予測誤差の最大値、最小値はS_X, S_Nであるので次式

$$P_i + S_N \leq D_i \leq P_i + S_X \quad \dots\dots(6)$$

が成立し、入力データD_iは式(3)で表わせるのでこれを、式(6)に代入して次式

$$P_i + S_N - E_i \leq O_U \cdot N_i \leq P_i + S_X - E_i \quad \dots\dots(7)$$

を得る。予測値P_i(i=2, 3, ...)は復号して得られる入力データより順次求めることができるのでS_X, S_N, O_Uの他にP_iまたはF_i(=O_U・N_i)またはN_iが既知であればよい。前値予測を行なっているので予測値P_iはすでに

を満足するO_U・N_iもオフセットF_iである。すなわち式(7), (8), (9)のいずれを用いても同じオフセットF_iが得られる。

剰余データE_iは入力データD_iを除数データO_Uで除算した剰余であるので0以上除数データO_U未満である。従って剰余データE_iの語長は除数データO_Uの大きさによって定まり、ブロック単位で可変長となる。

O_Uを表わすために必要なビット数は $\log_2 O_U$ となり、O_Uが小さい程少なくなるが、この剰余データの語長は整数であるため次式

$$2^m > SDR \geq 2^{m-1} \quad \dots\dots(10)$$

を満足する値2^m以下の値を除数データO_Uとしても語長は変わらず符号化効率は改善されない。むしろ前記2^mを除数データO_UとすることによりO_Uを表わすために必要なビット数が少なくてすむ、オフセットを求めるための回路(例えば除算器)が簡単になるなどの各種利点を得られる。この点については後述する。

復号の完了した隣接ブロック内のデータとすることができ、必ずしも伝送する必要はない。したがって符号化装置は剰余データE_iとともにブロック毎に予測誤差に関する情報であるS_X, S_N, O_Uを伝送すれば式(7)によりオフセットF_i=O_U・N_iが一意に決定でき、剰余データE_iを加算することによりデータD_iが求まり、復号が完了する。さらにブロック毎にP_i, F_i, N_iのいずれかを付加して伝送すれば、他のブロックの入力データは使用していないので、各ブロック毎独立して符号化、復号でき、伝送誤りに強くできる。

オフセットF_iが一意に定まるのはO_Uの定義により(P_i+S_N-E_i)と(P_i+S_X-E_i)との差がO_Uより小さいからである。従って

$$O_U \cdot N_i \geq (P_i + S_N - E_i) > O_U \cdot (N_i - 1) \quad \dots\dots(8)$$

を満足するO_U・N_iもオフセットF_iであり、 $O_U \cdot N_i \leq (P_i + S_X - E_i) < O_U \cdot (N_i + 1)$ $\dots\dots(9)$

復号化装置において剰余データE_iからデータD_iを得るために必要なオフセット値F_iを決定する際にS_X, S_N, O_Uが必要であることを述べたがS_X, S_N, O_Uの代わりに次式

$$\left. \begin{array}{l} S_{XX} \geq S_X \\ S_{NN} \leq S_N \\ S_{XX} + S_{NN} = O_U \end{array} \right\} \quad \dots\dots(10)$$

を満足する所定の値S_{XX}, S_{NN}とO_Uを剰余データE_iとともに伝送し、これらを用いて同様に復号に必要なオフセット値F_iを決定することが可能である。なぜなら次式

$$P_i + S_{NN} \leq D_i \leq P_i + S_{XX} \quad \dots\dots(11)$$

(但し 左の等号はS_{NN}=S_Nのとき、右の等号はS_{XX}=S_Xのとき成立する。)が成立するからである。

S_X, S_N, SDR, O_U, S_{XX}, S_{NN}は予測誤差に関する情報であるので予測誤差情報と総称する事にする。S_X, S_N, O_UまたはS_{XX}, S_{NN}, O_Uの3つのデータの組合せにおいて1つは残りの2つのデータより求めることができる

ので予測誤差情報としては3つのデータの組合せの内どれか2つを直接または間接的に伝送すればよい。また予測誤差のダイナミックレンジSDRから1意に除数データOUが定まるので、除数データOUの代わりにSDR($-SX-SN$)を予測誤差情報の1つとして伝送してもよい。

以上の説明においては予測に前値予測を用いたが、より高度な予測を用いてもよい。

また前述の符号化方法によれば、符号化して得られる予測誤差情報(SX, SN, OU)と剰余データとは、それぞれブロック内のすべての入力データDiより前記除数データOUの整数倍である一定値を除去して得られるデータに対して符号化を行なって得られる予測誤差情報と剰余データとに等しくなる。なぜならすべての入力データより一定値を除去しても予測誤差は同じであり、前記一定値が除数データOUの整数倍なら前記OUで除算した剰余である剰余データも同じだからである。したがってつぎのような復号方法も可能である。すなわちブロック内のすべての剰余データ

はブロック分割器102の出力より前記予測値Pjを減算して予測誤差Si($i=2, 3, \dots, 16$)を得る減算器、107はブロック毎に減算器106からの予測誤差Siの最大値SXと最小値SNを求め、ブロック毎に内部のレジスタに保持して出力する最大最小検出器、108は前記最大値SXから前記最小値SNを減算して予測誤差のダイナミックレンジSDRを出力する減算器、109は前記ダイナミックレンジSDRを入力とし除数データOUを出力する除数データ生成器、110は前記遅延器103からの入力データDiを前記除数データOUで除算して剰余データEi($i=2, 3, \dots, 16$)を得る剰余演算器、111は前記除数データOUの大きさによって前記剰余データEiを符号化して符号化データCiを得る剰余エンコーダ、112は前記符号化データCiの出力端子、113は前記除数データOUの出力端子、114は前記予測誤差の最大値SXの出力端子、115はブロック内の先頭データD1の出力端子である。

Ei($i=1, 2, \dots, k$)と予測誤差情報(例えばSXとOU)があれば、初期値であるF1(またはP1, またはN1)の入力が完了していてもF1=0として復号を進めていくことができ、この結果得られた(Di-F1)に、その後得られた初期値F1を加算して復号データD1とするものである。

第1図は本発明の第1の実施例における高効率な符号化装置の構成を示すブロック図である。

第1図において、101は標本化量子化された映像信号である入力データの入力端子、102は映像信号の表わす画面を小さなブロックに分割し、ブロック毎に入力データDi($i=1, 2, \dots, 16$)を出力するブロック分割器、103はタイミング調整用で1ブロック分入力データを時間遅延させる遅延器、104は遅延器103より出力される各ブロックの先頭データD1を保持するレジスタ、105はブロック分割器102からの出力を入力とするレジスタから成り1つ前の入力データを予測値P1として出力する予測器、106

以上のように構成された本実施例の符号化装置について、以下その動作を説明する。

標本化量子化された映像信号である入力データ(振幅レベル0~255の語長8ビット)は端子101よりブロック分割器102に入力される。ブロック分割回路102は内部にバッファメモリを備え、バッファメモリに入力データを順番に書き込むと同時にブロック単位で入力データDi($i=1, 2, \dots, 16$)を読み出す。各ブロックより最初に出力される入力データD1はレジスタ104によって保持され端子115より付加コードの1つとして出力される。予測器105に入力された入力データは予測値P1となって出力され減算器106に供給される。減算器106において入力データDiより前記予測値P1が減算されて予測誤差Siが得られる。最大最小検出器107においては前記予測誤差Siが入力されてブロック内における前記予測誤差Siの最大値SXと最小値SNとが出力される。前記最大値SXより前記最小値SNが減算器108により減

算されて予測誤差のダイナミックレンジSDRを得る。除数データ生成器109に前記ダイナミックレンジSDRが入力され、次式

$$OU = 2^M > SDR \geq 2^{M-1} \quad \dots\dots 00$$

を満足する除数データOUが出力される。遅延器103によりタイミング調整された入力データDiは、剰余演算器110において、除数データOUで除算されて剰余データEi(i=2, 3, ..., 16)となって出力される。OUは 2^M であるので、OU未満である剰余データEiはすべて語長Mビットで劣化なく表わすことができる。また剰余データEiは入力データDiより大きくなることはないのでその語長は8以下である。剰余エンコーダ111において入力される剰余データEiは除数データOUの大きさによって定まるビット数J(但し $M < 9$ のとき $J = M, M = 9$ のとき $J = 8$) に符号化され、可変長の符号化データCiとなって端子112より出力される。符号化の際に剰余データEiに対して下位ビットの切捨てなどの非線形な処理を行っていないの

法については後述する。

発生し得る予測誤差の最大値SXの最大値、最小値はそれぞれ255、-255であり、同様に予測誤差の最小値SNの最大値、最小値もそれぞれ255、-255であるので、予測誤差の最大値SX、最小値SNの語長は9ビット必要である。予測誤差のダイナミックレンジSDRの最大値、最小値はそれぞれ510、0となるので、ダイナミックレンジSDRの語長は9ビット必要となる。従って除数データOUの語長も一般的には9ビット必要となるが、本実施例では除数データOUが式00を満足する 2^M 乗となるように設定しているのでより少ないビット数で表わすことが可能である。すなわち除数データOUを直接伝送する代わりに 2^M のべき乗表現における指数Mを伝送すればよいからである。前記指数Mは0、1、2、..., 9の10通りであるからその語長は4ビットでよい。すなわち除数データOUを4ビットのコードMで伝送している。

除数データOUは予測誤差のダイナミックレン

で、符号化による剰余データEiの劣化は生じない。すなわち可逆な符号化を行なっている。したがって符号化データCiを復号して得られる剰余データEi'は元の剰余データEiに一致する。予測誤差情報である除数データOU、予測誤差の最大値SXはそれぞれ端子113、114より付加コードの1つとして出力される。

第2図にブロック構成を水平方向に16要素、垂直方向に1ラインとした場合の入力データDi、オフセットFi、予測誤差Si、剰余データEiの一例を示す。このブロックにおける16個の入力データはDiから順番に112, 105, 113, 121, 136, 160, 175, 201, 207, 208, 199, 193, 176, 169, 178, 190である。このような1次元のブロック構成の場合、ブロック分割器102は内部にバッファメモリを必要とせず、予測器105は1つ前の入力データを保持する1つのレジスタのみでよいので符号化装置の構成はより簡単となる。2次元構成のブロックからデータを取り出す順番、予測方

法によって一意に定めるので、前記除数データ生成器109は9ビット入力、4ビット出力のROM(リードオンリメモリ)で構成することができる。しかし除数データOUが 2^M のべき乗であるので、前記ダイナミックレンジSDRを表わすデータにおいて最上位ビットから連続する0の数を検出する簡単な論理回路によって除数データ生成器109を構成することが可能である。

入力データを前記除数データOUで除算して剰余データEiを得る前記剰余演算器110も一般的には、除算器またはROMで構成することが可能である。しかし本実施例では除数である前記OUを 2^M のべき乗としているので、前記OUで除算した剰余Eiは入力データDiの下位Jビット(但し $M < 9$ のとき $J = M, M = 9$ のとき $J = 8$)のみを取り出し、それ以外のビットは0とする簡単な論理回路で前記剰余演算器110が実現できる。

前記除数データOUの大きさによって定まる前記ビット数Jに剰余データEiを符号化する剰余

エンコーダ111は、剰余データE1の下位Jビットのみを取り出し、不要な上位ビットは出力しない簡単な回路で実現できる。符号化データC1の出力形態は各種考えられるが、本実施例ではシリアルデータの形態で出力されるものとする。

同図では省略しているが符号化装置の出力信号である付加コード(D1, SX, OU)、符号化データ(C2, C3, …, C16)は一旦バッファメモリに蓄えられ、誤り訂正用の符号化の処理等が行なわれた後、例えばシリアルデータの信号形態で伝送路に出力される。

本実施例の符号化装置において1ブロック当りの入力データD1(1=1, 2, …, 16)の全ビット数は128(=8×16)ビットであり、1ブロック当りの出力の全ビット数CDは固定語長の付加コード(D1, SX, OU)の21(=8+9+4)ビットと可変長の符号化データ(C2, C3, …, C16)の15・Jビットとの和であり、次式

$$CD = 21 + 15 \cdot J \quad \dots\dots 03$$

で表わせる。前記符号化データC1の語長Jは0

以上8以下であるが、ほとんどのブロックにおいて入力信号の相関性により前記予測誤差が小さく前記語長Jが7以下となるので、次式

$$CD = 21 + 15 \cdot J < 128$$

が成立し、1サンプル(1画素)当りの平均ビット数を低減できる。なお、前記語長Jが8, 9の時は符号化効率が悪化するので入力データをそのまま伝送する方がよい。第2図に1次元構成のブロックにおける各データの例を示しているが、同図によると除数データOUは64となり、符号化データC1の語長Jは6となる。したがってこのブロックにおける符号化装置の全出力ビット数CDは式03により111ビット(<128)となり、1サンプル当りの平均ビット数は約6.9ビットに低減される。

第3図は本発明の第1の実施例における復号装置の構成を示すブロック図であり、本復号装置は、第1図に示した符号化装置の逆変換を行なうものである。

第3図において、201は符号化データでC1

の入力端子、202は除数データOUの入力端子、203は予測誤差の最大値SXの入力端子、204はブロック内の先頭データD1の入力端子、205は第1図に示した高効率な符号化装置内の剰余エンコーダ111と逆の変換を行なうもので、前記符号化データC1を復号して剰余データE1'を得る剰余デコーダ、206は前記予測誤差の最大値SXを一方の入力とする加算器、207は前記加算器206の出力より前記剰余データE1'を減算する減算器、208は前記減算器207の出力と前記除数データOUとを入力としオフセットF1'を出力するオフセット再生器、209は前記剰余データE1'と前記オフセットF1'とを加算して復号済みの復号データD1'を得るオフセット付加器、210は前記オフセット付加器209の出力と端子204からのデータD1とを入力とし一方を選択するスイッチ、211は図1中の予測器105と同一で前記復号データD1'を入力とし、予測値Piを前記加算器206の他方の入りに供給する予測器、212は前記スイッチ210

からの復号データD1'を入力とし第1図中のブロック分割回路102と逆の処理を行なうブロック分解器、213は復号データの出力端子である。なお、付加コード入力とは符号化データ入力に先行し、1ブロック期間保持されているものとする。

以上のように構成された復号装置の動作について説明する。

端子204からの入力データD1はスイッチ210を介してそのまま復号済みのデータD1'として出力されブロック分解器212及び予測器211に供給される。前記データD1'は予測器211において最初の剰余データE2'より復号データを求めるために必要な予測値P2'となる。スイッチ210は入力データD1を出力した後、オフセット付加器209からの入力を選択して復号データD2', D3', …, D16'を出力する。

端子201からの符号化データC1(i=2, 3, …, 16)は端子202からの除数データOUに基づいて剰余デコーダ205により剰余デ

ータ E_i' に変換される。端子 203 からの予測誤差の最大値 SX と予測器 211 からの予測値 P_i' とが加算器 206 により加算され、その加算結果より前記剰余データ E_i' が減算器 207 により減算されて $(P_i' + SX - E_i')$ が得られる。前記減算結果と除数データ OU とはオフセット再生器 208 に入力され次式

$$OU \cdot Ni \leq (P_i' + SX - E_i') \\ < OU \cdot (Ni + 1) \quad \dots (9)$$

を満足するオフセット $F_i' = OU \cdot Ni$ が得られる。オフセット付加器 209 において前記オフセット F_i' と前記剰余データ E_i' とが加算されて復号データ D_i' ($i = 2, 3, \dots, 16$) となり、スイッチ 210 に供給される。

スイッチ 210 の出力においてブロック内の復号データ D_i' ($i = 1, 2, \dots, 16$) すべてが得られ予測器 211 とブロック分解器 212 に供給される。ブロック分解器 212 に入力された前記復号データ D_i' は本来の映像信号を標本化量子化して得られるデータと同じ順番に取り出

され端子 213 より出力される。

端子 201 よりシリアルデータの形態で入力される符号化データ C_i は、その語長がブロック単位で可変長であるため、正しく符号化データ C_i を取り出すためにはその語長 J を知る必要がある。前記符号化データ C_i の語長 J は除数データ OU の大きさを表わす指数 M により前記符号化データ C_i の語長 J が決定できるので (但し $M < 9$ のとき $J = M$ 、 $M = 9$ のとき $J = 8$)、正確に符号化データ C_i が取り出すことができ、その上位ビットに 0 を付加することにより剰余データ E_i' が得られる。従って剰余デコード 205 は直並列変換用のシフトレジスタ、符号化データを保持するレジスタ、ビット数を数えるカウンタ、および上位ビットに 0 を付加するゲート等の簡単な回路で実現できる。第 1 図における剰余エンコード 111 は符号化による劣化がなく、剰余デコード 205 は前記剰余エンコード 111 の逆変換を行なっているので剰余データ E_i' は剰余データ E_i に一致する。

減算器 207 の出力である $(P_i' + SX - E_i')$ を前記除数データ OU で除算して剰余を得、前記剰余を前記 $(P_i' + SX - E_i')$ から減算する事により式 (9) を満足するオフセット $F_i' = OU \cdot Ni$ が得られる。しかし本実施例では除数データ OU を 2 の M 乗としているので前記 $(P_i' + SX - E_i')$ の下位 M ビットをすべて 0 とするだけで前記オフセット F_i' が得られる。従ってオフセット再生器 208 は簡単な論理回路で実現できる。

復号化装置における剰余データ E_i' 、予測値 P_i' は第 1 図の符号化装置における剰余データ E_i 、予測値 P_i に等しいのでオフセット F_i' もオフセット F_i に等しく、復号データ D_i' は入力データ D_i に一致する。

以上に述べたように、本実施例によれば、MPCM のような量子化器を持たず、剰余データはそのまま符号化して伝送しており、また予測誤差の変化範囲、除数データ OU (MPCM 方式における modulo の幅) を予測誤差の変化範囲

(ダイナミックレンジ) より大きく設定しており、さらにこの除数データ OU と予測誤差の変化範囲の情報を付加コードとして伝送しているので、変則誤差や量子化誤差のない、すなわち可逆な符号化とその復号化が実現でき、その回路構成は極めて簡単である。

また従来例においては符号化における除数データ (modulo の幅) を、固定もしくは予測誤差の絶対値の最大値としていたが、本発明においては予測誤差の変化範囲 (ダイナミックレンジ) により定めているので、符号化における除数を従来例より小さくできる。従って特に入力データが単調増加または減少するブロックにおいて従来例より効率のよい符号化が行える。画像信号を入力とした場合、付加コードの一部 (ブロックの先頭画素データ) のみを用いて粗い画像を再生できるので画像の検索にも適した符号化とすることができる。

ブロック内の特定位置の入力データの代わりにブロック内の入力データの平均値 DA を付加コー

ドの1つとして伝送する符号化方法も考えられる。この場合の復号化方法としてはまずオフセットの初期値 $F1=0$ として復号し、得られたデータ $(D1-F1)$ の平均値 DB を求める。伝送された平均値 DA より前記平均値 DB を減算することによりオフセットの初期値 $F1$ が得られる。前記データ $(D1-F1)$ に対して前記得られた初期値 $F1$ を加算することにより復号データ $D1$ が得られる。 k 個の剰余データ Ei をすべてを伝送すれば、剰余データに誤りを1つ生じて前記平均値 DA を用いることにより訂正が可能となる。また入力が画像信号の場合前記平均値 DA のみを用いて画像信号の概要を表わすことができ、検索に適した符号化とできる。

次に伝送路上の符号化データの誤りが生じた場合について説明する。

伝送路上で符号誤りを生じてもDPCM方式のように次のサンプルの復号に誤りが必ずしも伝播する訳ではない。これは式(7), (8), (9)によるオフセット $F1$ の決定には予測誤差の最大値、最小値

タ(第2図には示していない。)を起点として符号化時とは逆方向に予測しながら復号を行う。

17番目のデータと16番目のデータとの差が予測誤差のダイナミックレンジを超えない限り、これにより16番目、15番目、……10番目の入力データまで正しく復号することができる。但し、符号化時と予測方向が異なるので、予測誤差の符号が反転し、復号に用いる最大値、最小値はそれぞれ付加コードにより伝送された最小値、最大値の符号を反転させたものとする必要がある。9番目の入力データは8番目と10番目の復号データの平均値などで修正できる。

また復号データを用いブロック境界をはさんで予測を行なって得られる予測誤差(第2図の例では16番目と17番目のデータの差に相当)が、付加コードより求まる予測誤差の範囲外となる領域は、伝送誤りの発生している可能性が高いと判断できる。伝送誤りと判断できれば、上記方法と同じく範囲外となっている領域を隣接ブロック内の復号データを起点として復号時とは異なった方

によって定まるその判定の幅があるからである。しかしながらオフセット $F1$ の決定に誤りを生じる場合があり、この時以後の復号データにオフセット $F1$ の誤りが伝搬してしまう。しかし、予測値 $P1$ を得る際に他のブロック内のデータを用いていない、すなわちブロック毎独立に符号化を行っているので、誤りが隣のブロックにまで伝搬することはない。また正しい復号データと誤りが伝搬することにより誤った復号データとの差は除数データ OU の整数倍となるので前記誤りの伝搬した復号データとその隣にある正しい復号データとの相関を判定することにより精度よく修正する事が可能である。

その修正方法について述べる。誤りの発生した位置はエラー訂正符号により検出できる。例えば第2図(c)に示した9番目の剰余データに符号誤りが発生し、オフセット $F1$ の決定を誤ったとする。これにより以後の10から16番目のデータの復号をも誤ってしまう。そこで、誤りの伝播しない次のブロックの先頭データである17番目のデー

向より予測して復号できる。

第2図の場合ブロック構成が1次元であったが、画像信号のように2次元以上の場合、周囲の複数のブロック内の復号データを用いて修正することが可能である。予測誤差情報を表わす付加コードに伝送誤りを生じた場合は隣接ブロックの付加コードを用いる修正方法が考えられる。さらに伝送誤り時にどの隣のブロックを修正時の利用に適切かを符号化時に判定しておき、この情報を付加コードの1つとして伝送する符号化方法も考えられ、この場合より適切な修正を行うことが可能となる。

上記第1の実施例は、ブロック毎に符号化ビット数が増減する可変長な符号化であり、実時間の伝送を必要としない用途例えば静止画像、短文の音声などのファイル用記録により適している。

次に通常のビットレート一定の伝送路に適合した本発明の符号化方法についてまず簡単にその原理について説明する。

ビットレートを一定にするための1つの方法はブロック毎の符号化ビット数を一定にすることで

ある。符号化ビット数を一定にするということは予測誤差のダイナミックレンジを所定量以下にするということである。本発明では入力信号に対して、その予測誤差のダイナミックレンジを所定量以下にする変換を施して変換入力信号を得、得られた変換入力信号に対して上記本発明の可逆な符号化を行うものである。またその符号化出力に対して上記本発明の復号化を行って、前記変換入力信号を再生し、符号化時と逆の変換を行なって入力信号を再生するものである。

前記変換入力信号を得るための最も簡単な方法は、入力信号に対しブロック毎に所定数を掛けるものである。入力信号に1より小さな所定数を掛けることによってダイナミックレンジの小さくなった変換入力信号が得られ、変換入力信号の予測誤差のダイナミックレンジを、入力信号の予測誤差のダイナミックレンジのほぼ前記所定数倍だけ小さくできる。これは、入力信号から予測誤差を得る処理が線形だからである。

第4図に本発明の第2の実施例における符号化

412及び係数器408の出力を入力とし、前記変換情報により制御されて前記符号化装置409～412の出力よりその符号化データ語長が4ビットとなったものがあればその出力を選択出力し、なければ係数器408の出力を選択出力するスイッチである。

復号化装置403において212はブロック分解器(第3図中のものと同一)、415は第3図においてブロック分解器212を除去した内部構成を有する復号化装置、416は復号化装置

415の出力及び符号化データを入力とし、伝送された前記変換情報により制御されて一方を出力するスイッチ、417は伝送された前記変換情報により制御されて所定係数を選択出力するスイッチ、418はスイッチ416からの再生された前記変換信号に、前記スイッチ417からの所定係数を掛けて入力信号を再生する乗算器である。

以上のように構成された本実施例の符号化装置について、以下その動作を説明する。

符号化装置402において、端子401からの

装置及び復号化装置のブロック構成図を示す。この符号化装置はブロック毎の符号化ビット数を一定とするものである。

第4図において401は標本化量子化された映像信号(語長8ビット0～255レベル)である入力データの入力端子、402はブロック毎の符号化データの語長を一定とする符号化装置、403は符号化装置402の逆変換を行う復号化装置、404は複合化された入力信号の出力端子である。

符号化装置402において102はブロック分割器(第1図中のものと同一)、405、406、407、408はそれぞれ係数 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ を入力信号に掛ける係数器、409、410、411、412は第1図においてブロック分割器102を除去した内部構成を有し可逆な符号化を行い付加コード、符号化データを出力する符号化装置、413は符号化装置409～412の符号化装置の付加コード出力の一つで除数データOUを入力とし変換情報を出力する検出器、414は前記符号化装置409～

入力信号はブロック分割器102によりブロック毎の信号となる。ブロック毎の入力信号に対し係数器405～408により、所定係数 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ を掛けて小数以下を丸めて語長8、7、6、5、4ビットの変換入力信号(入力信号を含む)を作成し、それぞれを符号化装置409～412により可逆な符号化を行う。検出器413は、符号化データの語長が4ビットとなった符号化装置を検出する。スイッチ414は検出器413の出力により制御されて、符号化データの語長が4ビットとなった符号化装置の出力を選択し出力するが、符号化データの語長が4ビットとなった符号化装置が検出できなかった場合、係数器408の出力を選択し、そのまま符号化データとして出力する。どの変換入力信号を符号化して伝送したかを表す情報(3ビット)を復号化装置に知らせる必要があるため、これを変換情報として、付加コードに含めて伝送する。なお、符号化装置409は符号化データ語長の下限値が4ビットに設定されているものとする。従って伝

送する情報量は、付加コードが変換情報3ビット、ブロック先頭データ8ビット（最悪値）、予測誤差の最大値9ビット（最悪値）、符号化データが 4×15 ビットで合計80ビットとなり、1画素当り平均5ビットとなる。

復号装置403において、復号化装置415は伝送された符号化データを復号化して符号化装置における変換入力信号を誤差なく復号する。復号された変換入力信号はスイッチ416を介して乗算器418の入力となる。スイッチ417は伝送された変換情報に制御されて復号された変換入力信号を入力信号に変換するための逆変換係数を選択出力する。乗算器418はスイッチ417からの逆変換係数を前記変換入力信号に掛けて入力信号に変換する。再生されたブロック毎の入力信号はブロック分解器212によりブロックが分解されてブロック分割器102の入力信号と同じデータ並びの入力信号が端子404より出力される。なお伝送された符号化データが、伝送された変換情報により係数器408の出力であると検出され

た場合、符号化データは変換入力信号そのものであるため、復号化装置415を経ず、直接スイッチ416を経て乗算器418の入力となる。

以上のように入力信号を符号化し、所定の符号化データ語長で符号化できない場合は、入力信号に所定係数を掛けて予測誤差のダイナミックレンジの小さい変換入力信号を作成し、これを符号化することにより、符号化データ語長を一定にすることができる。変換信号の符号化は第1の実施例と同じ符号化方法で可逆であるので、変換誤差は発生しない。入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが大きい場合は入力信号に所定係数を掛けて変換入力信号に変換して符号化しているので量子化が粗くなる。予測誤差のダイナミックレンジが大きいところは入力信号の変化の激しいところである。信号の変化の激しいところは量子化を粗くしても信号劣化を感じないので視覚特性にも合った実用的な符号化とできる。

また説明を容易とするため4つ符号化装置409～412を図示したが符号化装置内部に

いて大部分の回路は共用化できるので第1の実施例に比べ回路規模が大幅に増加する訳ではない。

上記第2の実施例においては入力信号を変換入力信号に変換するための変換係数が固定でその種類が少ないため、符号化データのダイナミックレンジを有効に利用できない場合がある。この課題の解決された本発明の実施例を次に示す。

第5図に本発明の第3の実施例における符号化装置のブロック構成図を示す。

第5図において501は標本化量子化された映像信号である入力データの入力端子、102はブロック分割器（第1図中の102に同じ）、502は変換情報、変換係数を生成し、前記変換係数を入力信号に掛けて変換入力信号を出力する変換回路、503は符号化装置、504は前記変換情報（逆変換係数 $1/a$ ）の出力端子、505は変換入力信号のブロック内の先頭データ d_1 の出力端子、506は変換入力データに対する予測誤差の最大値 s_x の出力端子、507は符号化データ c_1 の出力端子である。

変換回路502において508は遅延器、509は予測器、510は減算器、511は最大最小検出回路であり、それぞれ第1図中の遅延器103、予測器105、減算器106、最大最小検出回路107に等しく、512は最大最小検出回路511からの予測誤差の最大値、最小値より変換入力信号を作成するための変換情報（変換係数 a 、逆変換係数 $1/a$ ）を出力する変換情報生成回路、513は入力信号に前記変換係数を掛けて変換入力信号を出力する乗算器である。

符号化装置503において第1図中と同一のものには同じ番号をつけている。103は遅延器、104はレジスタ、105は予測器、106は減算器、110は剰余演算器、111は剰余エンコード、514は減算器106からの予測誤差のブロック毎の最大値を検出し、ブロック毎に内部のレジスタに保持して出力する最大値検出回路である。

以上のように構成された本実施例の符号化装置について、以下その動作を説明する。

標準化量子化された映像信号である入力データは端子501より入力され、ブロック分割器102によりブロック毎の信号となる。ブロック毎の入力信号は変換回路502においてブロック毎に定まる変換係数 a が掛けられ小数点以下が丸められて変換入力信号となる。変換係数 a の決定方法については後で説明する。

変換入力信号は符号化装置503において第1図の本発明の第1の実施例と同じ方法によって符号化される。このとき変換入力信号は変換回路502により符号化装置503で固定語長 L ビットで可逆な符号化ができるように変換されている。従って除数データ OU を新たに求める必要がないので符号化装置503は第1図の符号化装置より減算器108、オフセット生成器109が除去された構成となっており、また変換入力信号はすでにブロック毎の信号となっているのでブロック分割器102も除去されている。符号化データ語長 L が一定すなわち除数データ OU は常に一定であるので付加コードとして伝送する必要がない。符

号化装置503は変換入力信号の予測誤差の最大値 s_x とブロックの先頭データ d_1 と符号化データを出力する。また変換回路502からの変換情報(逆変換係数 $1/a$)は符号化して伝送した変換入力信号を入力信号に逆変換するために必要であるので付加コードの1つとして伝送する。

変換係数 a は次のようにして求める。変換回路502において予測器509の出力と入力信号との差すなわち予測誤差が減算器510により求まる。最大最小検出回路511は入力信号のブロック毎の予測誤差の最大値 SX と最小値 SN を求め出力する。これより入力信号の予測誤差のダイナミックレンジ SDR は $(SX - SN)$ となる。一方、符号化装置503の符号化データの語長は L ビットであるから、変換入力信号の予測誤差のダイナミックレンジ sdr (変換入力信号の予測誤差の最大値を s_x 、最小値を s_n とすると) $sdr = s_x - s_n$ は式(4)より次式を満足していなければならない。

$$sdr \leq (2^L - 1) \quad \dots\dots 04$$

もし乗算器514において丸め誤差がないとしたら変換係数 a を $(2^L - 1) / (SX - SN)$ とすることにより変換入力信号の予測誤差のダイナミックレンジ sdr を $(2^L - 1)$ とすることができ、効率よく符号化できる。しかしながら実際には丸め誤差があり、必ずしも $s_x = R(a \cdot SX)$ 、 $s_n = R(a \cdot SN)$ が成立しない(但し $R(x)$ は x の小数部を丸めた値を表わすものとする)。そこで丸め誤差を生じても予測誤差 sdr が式(4)を必ず満足するように変換係数 a を $(2^L - 1) / (SX - SN)$ より小さく設定している。すなわち s_x が $R(a \cdot SX)$ より大きくなる、または s_n が $R(a \cdot SN)$ より小さくなる場合があり、このとき sdr が $a \cdot SDR$ より大きくなる。その誤差の最大値はそれぞれ1であるので丸め誤差の影響が最悪の状態となっても式(4)を満足するように変換情報生成回路512は次式を満足する変換係数 a を生成する。

$$(2^L - 3) \geq R(a \cdot SX) - R(a \cdot SN) \quad \dots\dots 05$$

変換情報生成回路512は、予め式(5)を満足する変換係数 a を計算により求めておき、これを書き込んだリードオンリーメモリ(ROM)により容易に実現できる。なお入力信号の予測誤差のダイナミックレンジ SDR が次式

$$SDR \leq (2^L - 1) \quad \dots\dots 06$$

を満足するときは変換係数は1となる。

第6図は本発明の第3の実施例における復号装置のブロック構成図であり、本復号装置は、第5図に示した符号化装置の逆変換を行なうものである。

第6図において、601は変換情報(逆変換係数 $1/a$)の入力端子、602は変換入力信号のブロック内の先頭データ d_1 の入力端子、603は変換入力データに対する予測誤差の最大値 s_x の入力端子、605は伝送された変換入力信号の復号化装置、606は復号化された変換入力信号をもとの入力信号に逆変換する逆変換回路、212はブロックを分解して再生されたブロック毎の入力信号をブロック分割器102の入力信号

と同じデータ並びの入力信号に変換するブロック分解器212、607は再生された入力信号の出力端子である。復号器605において第3図中と同一のものには同じ番号をつけている。205は剰余デコーダ、206は加算器、207は減算器、208はオフセット再生器、209は加算器、210はスイッチである。逆変換器606において608は乗算器である。

以上のように構成された復号化装置の動作について説明する。

復号化装置605は第3図に示した復号化装置と除数データ0Uが一定値で伝送する必要がないため入力されない点を除けば基本的に同一構成であり、伝送された付加コードを用いて符号化データが復号化されてもとの変換入力信号となる。変換入力信号は逆変換回路606において伝送された逆変換係数 $1/a$ （変換情報）と乗算されてもとの入力信号になる。この入力信号はブロック毎の信号であるため、ブロック分解器212により符号化装置の入力信号と同じデータ並びの信号に

差によるもののみである。

上記例においては各ブロックにおける符号化データの語長を全て一定としたが、所定数のブロック毎に符号化データの平均語長を一定とする方法がある。例えば2ブロック毎に符号化データの平均語長を4ビットで符号化する場合を考える。2つのブロックA、Bがそれぞれ6ビット、4ビットで可逆に符号化できる場合、平均符号化語長は4ビットであるから劣化なく符号化できる。ところが各ブロック毎に符号化データの語長を4ビットに固定する場合、ブロックAは2ビット分信号劣化を生じ、ブロックBは1サンプル当り2ビットの空きを生じる。従って伝送レートを一定とする場合、複数のブロック毎に符号化を行なうことによって1ブロック毎に符号化を行なう場合より符号化効率を改善できる。

この符号化方法において符号化単位内の各ブロックをそれぞれ何ビットで符号化するか決定の方法の一例としては次のようなものが考えられる。まず符号化単位内の全ブロックについて予測誤差

変換されて端子607より出力される。

以上のように第5図、第6図に示した第3の実施例においては、入力信号に変換係数 a を掛けて変換入力信号を得、変換入力信号を第1図にその構成を示した第1の実施例と同じ可逆な符号化を行なう。入力信号の予測誤差のダイナミックレンジと変換入力信号の予測誤差のダイナミックレンジとは丸め誤差の影響を除けば比例関係にあるので、まず入力信号の予測誤差のダイナミックレンジを求め、変換入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが符号化データの語長によって定まるダイナミックレンジを超えることなく、かつそのダイナミックレンジに近くなるよう変換係数 a を設定しているので効率よく符号化できる。また丸め誤差を考慮し、ダイナミックレンジの上限を超えないように変換係数を設定しているので、変換入力信号は可逆な符号化が行なわれ、変則誤差は発生しない。符号化、復号化による入力信号の歪は入力信号から変換入力信号への変換及びその逆変換における変換係数乗算による語長制限、丸め誤

差のダイナミックレンジを計算し、可逆な符号化を行なった場合の符号化データの平均ビット数を求める。このビット数と実際の符号化ビット数との差のビット数分だけ各ブロックの入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが平均して小さくなるように変換を行なうものである。

この符号化装置は符号化単位分のバッファメモリと可逆な符号化を行なったと仮定した場合の平均符号化ビット数を求める手段と前記平均符号化ビット数と実際の符号化ビット数との差を求めこれを蓄える手段等を第5図の符号化装置に付加すればよく、この復号化装置は基本的には第6図の復号化装置と同じでよいのでこれらの説明は省略する。

また上記実施例においてもなお符号化データのダイナミックレンジが完全に有効利用されている訳ではない。なぜなら丸め誤差によって予測誤差のダイナミックレンジが拡大しても符号化データのダイナミックレンジを超えないように余裕をもたせているからである。そこで第2、第3の実施

例を組み合わせた方法が考えられる。すなわち第3の実施例において複数の変換係数と、この変換係数に対応して複数の符号化装置を備え、符号化データのダイナミックレンジを有効に利用しているものを選択するものであるが、第2、第3の実施例により容易に構成できるので説明は省略する。

また予測誤差のダイナミックレンジを小さくする方法として第7図に示すように非線形な変換をおこなうものが考えられる。第7図において白丸印のデータが変換前の入力信号、黒丸印のデータが変換後の入力信号である。同図の例は時刻 $(i-1)$ 、 i の入力データ間で予測誤差の最大値 $SX(=D_i - D_{i-1})$ が発生した場合のもので、最大値の発生に関わった入力データ D_{i-1} 、 D_i をそれぞれ $+1$ 、 -1 して変換入力信号としている。これにより変換入力信号の予測誤差の最大値 sx は前記最大値 SX より2レベル小さくなっている。このように予測誤差の最大値、最小値の発生に関わる入力データの全部またはその全てを少しだけ小さく、または少しだけ大きくすることに

よって発生する予測誤差の最大値、最小値を少しだけ小さくする。すなわち予測誤差のダイナミックレンジを小さくする非線形な処理を行なうものである。入力データの変更レベル量は小さく抑えるので、復号時の逆変換は不要とできる。この非線形処理による変換は、入力信号の予測誤差のダイナミックレンジが2のべき乗に等しいか、もしくはこれを少しだけ越えるような場合に有効であり、また入力信号に変換係数を掛けて変換信号を得る際に丸め誤差により発生する予測誤差の増加を抑圧する場合に有効である。なぜなら予測誤差のダイナミックレンジを2のべき乗より小さいがこれにより近い値とすることは、符号化データのダイナミックレンジを有効に利用することであり、符号化データ語長を1ビット小さくできることからである。

また予測誤差のダイナミックレンジを小さくする別の方法として次のようなものも考えられる。

符号化装置内において予測誤差を入力信号の高域成分とみなすことができる。従って予測誤差の

ダイナミックレンジを小さくする方法として高域抑圧フィルタが考えられる。復号時には高域抑圧フィルタと逆の特性を有するフィルタを用いればよい。この場合の変換情報としてはこのフィルタの有無やその特性を示すコードなどが考えられる。

ブロックは1次元構成(例えば水平方向16画素、垂直方向1ライン)でも、2次元構成(例えば水平方向4画素、垂直方向4ライン)でもよく、さらにフィールド間、フレーム間に拡張した3次元構成も考えられる。変形としてフィールド内またはフレーム内で符号化を行なった後、フィールド単位またはフレーム単位の時間軸方向にブロックを拡張して符号化する方法も考えられる。またブロックサイズを可変長とする方法も考えられる。

また一般には水平、垂直方向にそれぞれ連続した標本位置の入力データでブロックが構成されるが、必ずしもこのような構成に限定されるものではない。相関の強い複数の入力データでブロックを構成すればよく、NTSC信号等においては色搬送波の同位相点の標本位置の入力データでブ

ックを構成することも考えられる。

以上の実施例においては予測方法はすべて前置予測であったが、これに限定されるものではなく、各種予測方法が考えられる。

ブロック構成が1次元の場合、ブロック内における入力データの取り出す順番は入力順に、予測に使用する入力データまたは復号データの組合せは1つ前のデータとするのが最も簡単であるが、ブロック構成が2次元以上になると入力データを取り出す順番、予測に使用するデータの組合せは各種考えられる。ブロック構成を水平方向に4画素、垂直方向に4ラインの2次元とした場合における例を第8図に示す。同図において○印は画素を表わし、番号はブロックより取り出す順番を表わし、実線の矢印は矢印の出ているデータを矢印の入っているデータの予測に使用することを表わしている。除数データOUの小さい方が符号化効率がよいが、入力データの相関によって異なるので複数の方法で符号化を行い、効率のよい方の符号化方法の出力とともにその符号化方法を示す

コードを付加コードに付加して出力する方法も考えられる。

前置予測において最も符号化効率の良くなる信号は単調増加もしくは単調減少とする信号である。なぜならこの時予測誤差のダイナミックレンジが最も小さくなるからである。従ってブロックから入力データを取り出す順序が異なった取り出し方を複数用意しておき、最も予測誤差のダイナミックレンジの小さいものを選ぶ方法が考えられる。この場合、入力データの取り出し方（一種の予測方法）を示すコードを付加コードの1つとして伝送する。

以上の予測方法は外挿予測であったが、内挿予測を用いても良い。例えば第1の実施例において各ブロックの先頭データのみは符号化せずそのまま入力データを伝送しているため、各ブロックの先頭データを用いて直線補間して得た値を予測値とし、入力信号との差を予測誤差とするものである。内挿予測は、外挿予測のように順次復号したデータを次のデータの復号に使用しないので、誤

り伝搬は生じない。

また入力信号中の高域成分が非常に大きい場合、ブロック内の特定位置の入力信号（例えばブロックの先頭データ）またはブロック内の全データの平均値をブロック内のすべての入力信号に対する予測信号とする予測方法が有効である。例えば入力信号が20, 30, 20, 30, ……の繰り返しの場合前置予測における予測誤差の最大値SX、最小値SNはそれぞれ10, -10となってそのダイナミックレンジSDRは20となる。これに対し先頭データ20を同一ブロック内のすべての入力に対する予測値とするとその予測誤差の最大値SX、最小値SNはそれぞれ10, 0となってそのダイナミックレンジSDRは10と小さくできる。

発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成で、変則誤差がなく効率のよい伝送が可能となる符号化方法およびその復号方法とすることができ、その実用的価値は大きい。

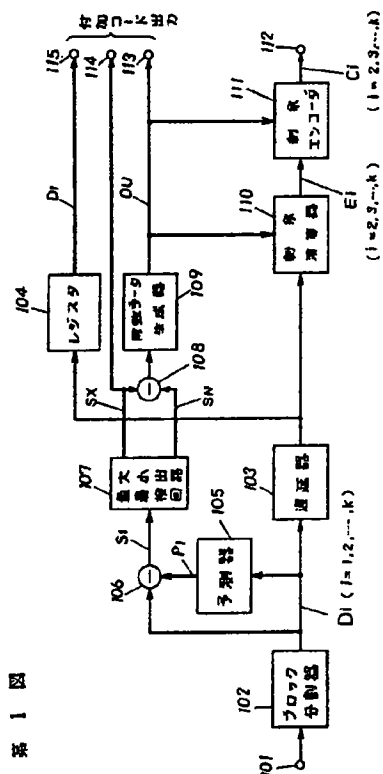
4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例における高効率な符号化装置の構成を示すブロック図、第2図は1次元構成のブロックにおける各データの例を示すグラフ、第3図は第1の実施例における復号化装置の構成を示すブロック図、第4図は本発明の第2の実施例における高効率な符号化装置、及びその復号化装置の構成を示すブロック図、第5図は本発明の第3の実施例における高効率な符号化装置の構成を示すブロック図、第6図は第3の実施例における復号化装置の構成を示すブロック図、第7図は入力信号の予測誤差のダイナミックレンジを非線形な処理により小さくする方法を説明するためのグラフ（波形例）、第8図はブロックからデータを取り出す順序と予測方法を示す図、第9図は従来の符号化方式MPCMシステムの構成を示すブロック図、第10図は従来のMPCM方式における動作波形（正常時）図、第11図は従来のMPCMシステムの復号化装置における量子化特性図、第12図は従来のMPCMシステ

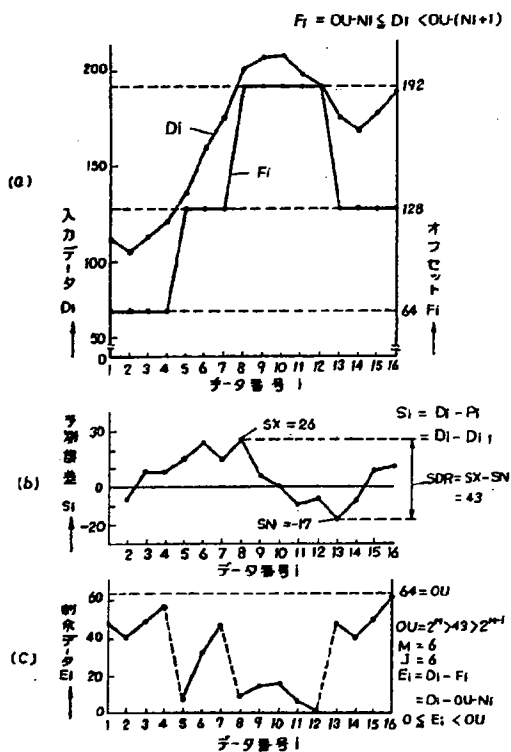
ムにおける別の動作波形の例（変則誤差発生時）を示すグラフである。

101……入力端子、102……ブロック分割器、103……遅延器、104……レジスタ、105……予測器、106……減算器、107……最大最小検出回路、108……減算器、109……除数データ生成器、110……剰余演算器、111……剰余エンコード、112……符号化データC1の出力端子、113……除数データOUの出力端子、114……予測誤差の最大値SXの出力端子、115……入力データD1の出力端子、201……符号化データC1の入力端子、202……除数データOUの入力端子、203……予測誤差の最大値SXの入力端子、204……入力データD1の入力端子、205……剰余デコード、206……加算器、207……減算器、208……オフセット再生器、209……オフセット付加器、210……スイッチ、211……予測器、212……ブロック分解器、213……復号データの出力端子。

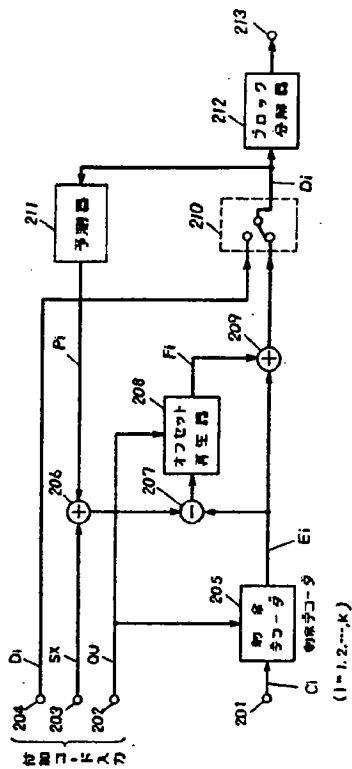
第 1 図



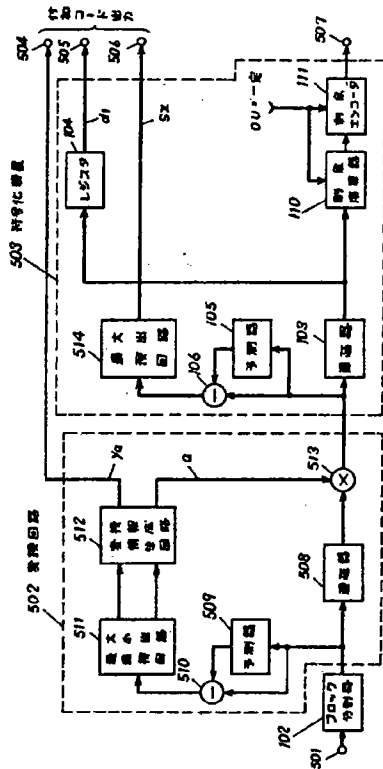
第 2 図



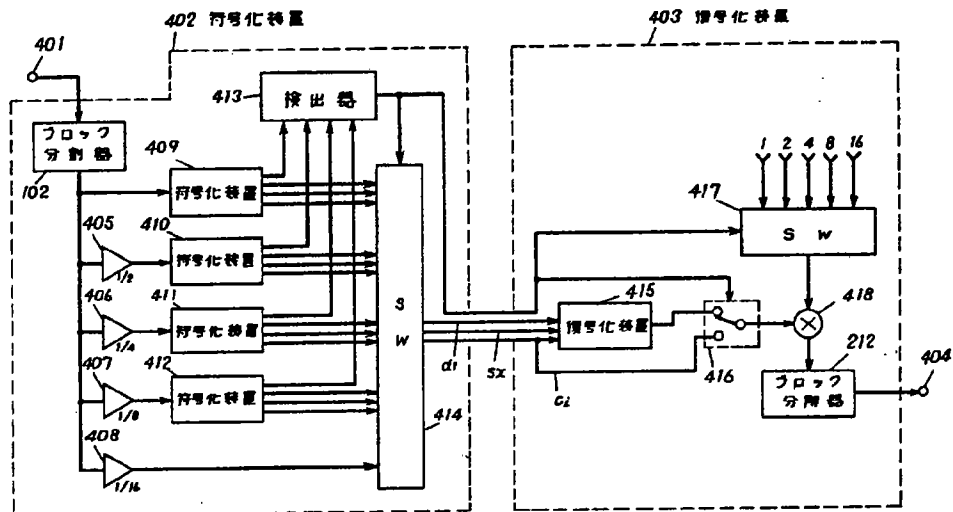
第 3 図



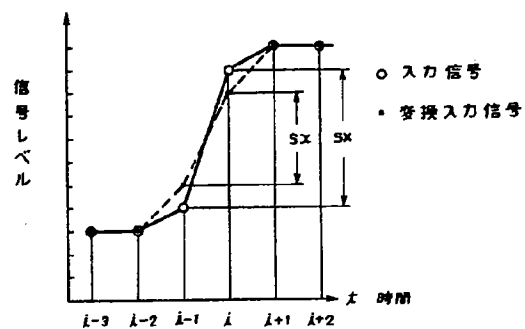
第 5 図



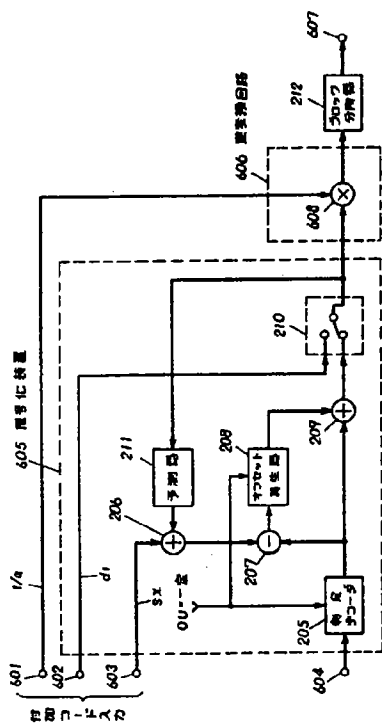
第 4 図



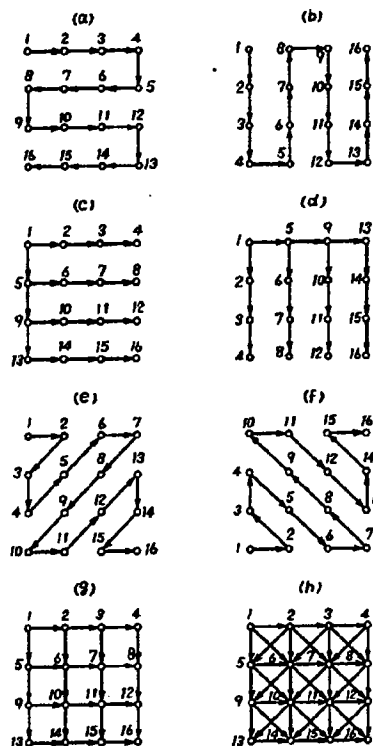
第 7 圖



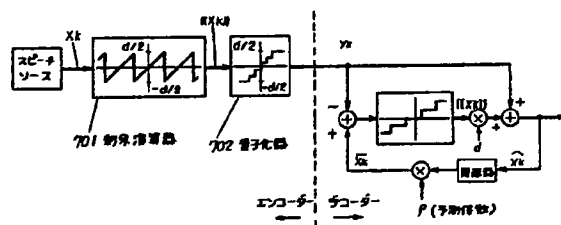
6城



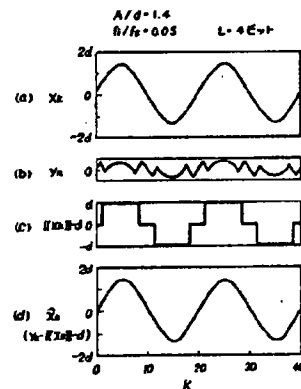
第 8 図



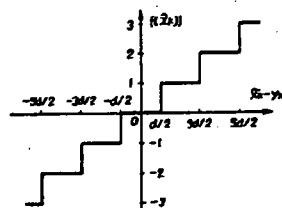
第 9 図



第 10 図



第 11 図



第 12 図

